

## CONTROLLER FOR SYNCHRONOUS MOTOR

Patent Number: JP1008897

Publication date: 1989-01-12

Inventor(s): SUZUKI KOJI

Applicant(s): NIPPON DENSO CO LTD

Requested Patent:  JP1008897

Application Number: JP19870163239 19870629

Priority Number(s):

IPC Classification: H02P7/63; H02H7/08; H02M7/537

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

**PURPOSE:** To detect current with minimum loss through a very simple structure, by detecting conduction voltage of MOSFET in a power inverter and outputting the detected value as a motor current value.

**CONSTITUTION:** A drive circuit 3 outputs gate signals to gate terminals 8a-13a of respective MOSFET 8-13 in a power inverter 4 on the basis of a position detection signal SG1 fed from a rotor position detecting circuit 2 and makes ON/OFF control of respective MOSFETs 8-13. A current detection circuit 7 is connected to gate terminals 11a-13a of MOSFETs 11-13 in the power inverter 4 and respective windings IU, IV, IW. Conduction voltage of MOSFET is detected and the detected value is outputted as a motor current value.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## ⑯公開特許公報 (A) 昭64-8897

⑮Int.Cl.

H 02 P 7/63  
H 02 H 7/08  
H 02 M 7/537

識別記号

303

庁内整理番号

V-7531-5H  
H-6846-5G  
E-7531-5H

⑯公開 昭和64年(1989)1月12日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑰発明の名称 同期モータ制御装置

⑰特 願 昭62-163239

⑰出 願 昭62(1987)6月29日

⑰発明者 鈴木 宏司 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

⑰出願人 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

⑰代理 人 弁理士 恩田 博宣

## 明細書

## 1. 発明の名称

同期モータ制御装置

## 2. 特許請求の範囲

1 同期モータと、

前記同期モータのロータの回転位置を検出する回転位置検出手段と、

前記同期モータの固定子側の各相の巻線に直流を交流に変換して出力し回転磁界を形成する複数個のMOSFETよりなる逆変換回路と、

前記回転位置検出手段からの位置検出手信号に基づいて逆変換回路の各MOSFETを導通制御して前記各相の巻線を通電制御し前記同期モータを回転制御する制御手段と、

前記逆変換回路の少なくとも1つのMOSFETの導通電圧を検出し、その検出値をモータ電流値として出力する電流検出手段と、

電流検出手段からの検出値と予め定めた基準値とを比較し、検出値が基準値以上のとき過電流と判断する比較手段と、

前記比較手段が過電流と判断したとき前記逆変換回路のMOSFETを非導通にする遮断手段とを備えた同期モータ制御装置。

2 前記逆変換回路のMOSFETは、固定子側の各相の巻線に対してブリッジに接続されたものであり、制御手段はMOSFETのゲート端子にゲート信号を出力するものである特許請求の範囲第1項に記載の同期モータ制御装置。

3 前記逆変換回路のMOSFETは、固定子側の各相の巻線に対してフルブリッジに接続されたものであり、又、前記電流検出手段は抵抗と前記MOSFETと前記巻線間にカソード端子が接続され、アノード端子が前記抵抗を介し定電圧電源に接続された検出手用ダイオードとから構成され、アノード端子の電圧をMOSFETの通電電圧として検出するものであり、更に、前記遮断手段は前記制御手段からMOSFETに出力されるゲート信号を無効化するものである特許請求の範囲第1項に記載の同期モータ制御装置。

4 前記電流検出手段は固定子側の各相巻線に

## 発明の目的

## (産業上の利用分野)

この発明は同期モータ制御装置に係り、詳しくは同期モータの電流を検出し、その検出電流に基づいて駆動電流を制御する制御装置に関するものである。

## (従来の技術)

近年、同期モータ、例えばブラシレスモータは直流モータより低ノイズ、低騒音及びメンテナンスフリーの点で優れていることから、VTR、オーディオ機器、エアコン用モータ及びファンモータ等に直流モータに代わって広く採用されている。特に、自動車用として種々の直流モータがある中で上記長所を生かしてフェューエルポンプ、ファンモータ用等にブラシレスモータが採用されつつあり、その研究が進んでいる。

このブラシレスモータを駆動制御する制御装置にあっては、例えば第5図に示すようにブラシレスモータ1のロータ1aの回転位置を検出するロータ位置検出回路2からの位置信号に基づいて駆

## 3. 発明の詳細な説明

動回路3がブラシレスモータ1の固定子側の各相の巻線1u, 1v, 1wに対してフルブリッジに接続されたバイポーラトランジスタTr1～Tr6からなる逆変換回路4に制御信号を出力し各トランジスタTr1～Tr6をオン・オフ制御してバッテリ5の直流電源を交流変換し各相の巻線1u, 1v, 1wに出力して固定子側に回転磁界を形成することによってブラシレスモータ1を駆動制御させている。

一方、このモータ1の起動時において一時的に大きな負荷電流が流れるため、逆変換回路4のトランジスタTr1～Tr6は定格電流の大きなものを使用する必要がある。しかし、これらのトランジスタTr1～Tr6としては一般には定常の負荷電流に見合った小さな電流定格のものを使用し、過電流時にはトランジスタTr1～Tr6をオフさせることでこれらを保護している。

そこで、この負荷電流の検出方法としてバッテリ5のプラス端子又はマイナス端子に直列にシャント抵抗6を接続しその抵抗6に流れる電流を電

流検出回路7にて検出するようになっている。そして、電流検出回路7からの検出信号を駆動回路3に出力し、過電流を検出した時、その検出信号に基づいてトランジスタTr1～Tr6をオフさせている。

## (発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、この検出方法においてはバッテリ5に対してシャント抵抗6を接続していることから、同抵抗6による電圧降下があり、この電圧降下による損失によりブラシレスモータ1の高速回転化及び高効率化を図る上で問題があった。

又、特開昭59-35585号に記載されたホール素子等の非接触センサを利用して非接触で電流検出を行うことも考えられるが、これらセンサの実装が困難であるとともに、コスト的に問題があった。

この発明の目的は上記問題点を解消すべく、従来とは全く異なる非常に簡単な構成でかつ損失を最少限に抑えて電流検出を行うことができ、しかも、正確に電流検出を行い過電流に対する電流制

限制御を確実に行うことができる制御装置を提供することにある。

#### 発明の構成

##### (問題点を解決するための手段)

この発明は上記目的を達成すべく、同期モータと、前記同期モータのロータの回転位置を検出する回転位置検出手段と、前記同期モータの固定子側の各相の巻線に直流を交流に変換して出力し回転磁界を形成する複数個のMOSFETよりなる逆変換回路と、前記回転位置検出手段からの位置検出信号に基づいて逆変換回路の各MOSFETを導通制御して前記各相の巻線を通電制御し前記同期モータを回転制御する制御手段と、前記逆変換回路の少なくとも1つのMOSFETの導通電圧を検出し、その検出値をモータ電流値として出力する電流検出手段と、電流検出手段からの検出値と予め定めた基準値とを比較し、検出値が基準値以上のとき過電流と判断する比較手段と、前記比較手段が過電流と判断したとき前記逆変換回路のMOSFETを非導通にする遮断手段とを備え

直流電源を交流変換する逆変換回路4が構成されている。各MOSFET 8～13にはダイオード27～32がバッテリ5に対して逆バイアスとなるように並列に接続されている。

各MOSFET 8～13のゲート端子8a～13aは制御手段としての駆動回路3に接続され、この駆動回路3には前記ブラシレスモータ1のロータ1aの回転位置を検出する回転位置検出手段としてのロータ位置検出回路2が接続されている。そして、前記駆動回路3はロータ位置検出回路2からの位置検出信号SG1に基づいて逆変換回路4の各MOSFET 8～13のゲート端子8a～13aにゲート信号を出力して各MOSFET 8～13をオン・オフ制御し、交流電圧を各相の巻線1u, 1v, 1wに出力して固定子側に回転磁界を形成することによってロータ1aを回転制御するようになっている。

前記各巻線1u, 1v, 1w及び逆変換回路4のMOSFET 11～13のゲート端子11a～13aには電流検出回路7が接続されている。

た同期モータ制御装置をその要旨とするものである。

#### (作用)

電流検出手段は逆変換回路のMOSFETの導通電圧を検出し、その検出値をモータ電流値として出力することから、電流検出のための電圧降下は非常に小さく、又非常に簡単な回路構成で実現可能となる。しかも、遮断手段は比較手段が電流検出手段からの検出値と予め定めた基準値とを比較し過電流と判断した時、逆変換回路のMOSFETを非導通にすることから、過電流に対する電流制限が確実に行われる。

#### (実施例)

以下、この発明を具体化した一実施例を第1～3図について説明する。

第1図に示すように、同期モータとしてのブラシレスモータ1の固定子側の各巻線1u, 1v, 1wにはエンハンスマント形のnチャネルMOSFET 8～13がフルブリッジに接続されており、これらMOSFET 8～13によりバッテリ5の

次に、この電流検出回路7を第2図に基づいて詳細に説明すると、逆変換回路4の上下アーム1a, 4bの各MOSFET 8～13と各巻線1u, 1v, 1wとの間ににおいて、検出用ダイオード15～17のカソード端子が接続点U, V, Wにて接続され、各検出用ダイオード15～17のアノード端子は定電圧電源Vccに接続された抵抗14に対して接続点Aにて接続されている。これら検出用ダイオード15～17と抵抗14とにより電流検出手段が構成され、定電圧電源Vccから抵抗14、各検出用ダイオード15～17を介してMOSFET 11～13にバイアス電流Imが流れることにより、接続点Aには下記の式①に示すように回路電流Imに相当する電圧と、検出用ダイオード15～17の電圧降下との和の電圧が現れる。

$$V_A = I_M * R_{DS} + V_P \quad \dots \quad ①$$

Im : バッテリ5に流入する回路電流

R<sub>DS</sub> : MOSFET 11～13のオン抵抗

V<sub>P</sub> : ダイオード15～17の電圧降下

比較手段としての比較器 18 の非反転入力端子 18a には前記各検出用ダイオード 15~17 のアノード端子が接続されており、前記接続点 A に現れた電圧  $V_A$  が入力されるようになっている。比較器 18 の反転入力端子 18b には接続点 B にて基準電圧設定用の抵抗 19, 20 が接続され、同反転入力端子 18b には定電圧電源  $V_{cc}$  を両抵抗 19, 20 によって分圧した基準電圧  $V_B$  が印加されるようになっている。そして、比較器 18 は電圧  $V_A > V_B$  となると、出力端子 18c からの出力を "0" から "1" に反転し、過電流状態と判断するようになっている。

一方、下側アーム 4b の各 MOSFET 11~13 のゲート端子 11a~13a には、遮断用ダイオード 21~23 のアノード端子が第 1 図に示す接続点 X, Y, Z にて接続されている。又、前記比較器 18 の出力端子 18c には抵抗 24 を介してトランジスタ 25 が接続され、このトランジスタ 25 のコレクタ端子に前記遮断用ダイオード 21~23 のカソード端子が接続されている。こ

れらの遮断用ダイオード 21~23 と前記トランジスタ 25 により遮断手段が構成されていて、前記比較器 18 の出力が "1" となった時、トランジスタ 25 が導通し各 MOSFET 11~13 のゲート端子 11a~13a を短絡させて前記駆動回路 3 から出力されるゲート信号を無効化するようになっている。即ち、各ゲート 11a~13a の電位をゼロ電位にし、各 MOSFET 11~13 をオフして過電流から各 MOSFET 8~13 を保護するようしている。

又、前記検出用ダイオード 15~17 と前記トランジスタ 25 との間にはリセット用ダイオード 26 が設けられ、そのアノード端子を前記検出用ダイオード 15~17 のアノード端子に、又カソード端子を前記トランジスタ 25 のコレクタ端子に接続している。このリセット用ダイオード 26 は比較器 18 によって回路電流が過電流と判断された時、トランジスタ 25 のオン動作時において接続点 A を強制的に低い電圧 ( $\approx 0 V$ ) に降下させて比較器 18 の出力を "1" から "0" にリセ

ットするようになっている。

次に上記のように構成したモータ制御装置の作用について説明する。

さて、このモータを起動させると、ロータ 1a の位置がロータ位置検出回路 2 により検出され、位置検出信号 SG1 が駆動回路 3 に出力される。この位置検出信号 SG1 に基づいて駆動回路 3 から各 MOSFET 8~13 のゲート端子 8a~13a にゲート信号が出力され、上側アーム 4a の MOSFET 8~10 及び下側アーム 4b の MOSFET 11~13 のそれぞれ 1 つのみが順次オンされる。これにより、ブリッジレスモータ 1 の各巻線 1u, 1v, 1w には第 3 図 (a)~(c) に示すような線電流  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$  が流れ、逆変換回路 4 には第 3 図 (d) に示すような回路電流  $I_M$  が流れ。これらの線電流  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$  によって固定子側に最適な回転磁界が形成され、ロータ 1a が回転制御される。

一方、電流検出回路 7 の定電圧電源  $V_{cc}$  から抵抗 14、各検出用ダイオード 15~17 を介して

各 MOSFET 11~13 にバイアス電流が流れ、接続点 A には第 3 図 (d) に示すように前記回路電流  $I_M$  と相関関係を備えた電圧  $V_A$  が現れる。

モータ起動時や高負荷状態において、逆変換回路 4 に流れる回路電流  $I_M$  は第 3 図 (d) に矢印で示すように上昇し、この結果、接続点 A に現れる電圧  $V_A$  も第 3 図 (d) に矢印で示すように上昇する。そして、例えば上側アーム 4a の MOSFET 8 と下側アーム 4b の MOSFET 12 のオン状態において、電圧  $V_A$  が抵抗 19, 20 により設定された基準電圧  $V_B$  よりも大きくなると、比較器 18 の出力端子 18c からの出力は "0" から "1" に反転し、これによりトランジスタ 25 が導通する。その結果、駆動回路 3 から下側アーム 4b の MOSFET 12 のゲート端子 12a に出力されているゲート信号が遮断用ダイオード 21~23 及びトランジスタ 25 を介して放電されるため、ゲート端子 12a がゼロ電位となり、MOSFET 12 はオフされて過電流から保護される。

このとき、巻線 1u, 1v にはそれらのインダ

クタンスにより巻線 1 v 側が高くなるように逆起電圧が発生し、この逆起電圧により MOSFET 8 - 巷線 1 u - 巷線 1 v - MOSFET 9 のダイオード 2 8 の順に循環電流が流れる。そして、その時の MOSFET 1 2 のドレイン・ソース間はほぼバッテリ 5 の電圧となるので、接続点 A の電圧  $V_A = V_{cc} >$  基準電圧  $V_B$  の関係が維持されるが、接続点 A の電圧  $V_A$  はリセット用ダイオード 2 6 を介して強制的に低い電圧 ( $\approx 0$  V) に降下されるため、電圧  $V_A$  が基準電圧  $V_B$  以下となって比較器 1 8 の出力は "1" から "0" にリセットされる。これにより、トランジスタ 2 5 がオフされるため、ゲート端子 1 2 a は短絡されないため、次に駆動回路 3 からゲート端子 1 2 a にゲート信号が出力されると MOSFET 1 2 がオンし、次の過電流に対処することができ、電流検出及び過電流に対する電流制限御を確実に行うことができる。

このように、本実施例においては逆変換回路 4 にオン抵抗が小さい MOSFET 8 ~ 1 3 を配設

入力されるゲート信号を無効化して各 MOSFET 1 1 ~ 1 3 を非導通にするようにしたが、上側アーム 4 a の各 MOSFET 8 ~ 1 0 のゲート端子 8 a ~ 1 0 a に遮断用ダイオード 2 1 ~ 2 3 を接続し、各ゲート端子 8 a ~ 1 0 a に入力されるゲート信号を無効化して各 MOSFET 8 ~ 1 0 を非導通にするようにしてもよい。この場合にはリセット用ダイオード 2 6 を短絡すればよい。即ち、下側アーム 4 b の各 MOSFET 1 1 ~ 1 3 はオンしたままとなるので、接続点 A の電圧  $V_A$  は回路電流  $I_M$  に対応して降下し、上側アーム 4 a の各 MOSFET 8 ~ 1 0 のオフ時において電圧  $V_A < V_B$  となるので接続点 A の電圧を強制的に降下させる必要がないためである。

さらに、前記実施例ではブラシレスモータの制御装置に実施したが、これ以外の同期モータの制御装置に実施してもよい。

#### 発明の効果

以上詳述したように、この発明によれば従来とは全く異なる非常に簡単な構成でかつ損失を最少

するとともに、各巻線 1 u, 1 v, 1 w に検出用ダイオード 1 5 ~ 1 7 及び抵抗 1 4 を接続し、検出用ダイオード 1 5 ~ 1 7 と抵抗 1 4 ののみの非常に簡単な構成で MOSFET 1 1 ~ 1 3 の電流検出を行うことができる。

又、逆変換回路 4 にオン抵抗が小さい MOSFET 8 ~ 1 3 を配設したので、従来のシャント抵抗を用いた電流検出装置とは異なり、電流検出に伴う電圧降下を非常に小さくでき、ブラシレスモータ 1 の高速回転化、高能率化を向上することができる。

なお、前記実施例では 3 相全波制御の逆変換回路 4 を備えたモータ制御装置に実施したが、例えば第 4 図に示すようにモータ 1 を 4 つの巻線 1 u, 1 v, 1 w, 1 t を備えたものとし、4 相半波制御の逆変換回路 3 3 を備えたモータ制御装置に実施してもよい。又、3 相半波制御のモータ制御装置に実施してもよい。

又、前記実施例では下側アーム 4 b の各 MOSFET 1 1 ~ 1 3 のゲート端子 1 1 a ~ 1 3 a に

限に抑えて電流検出を行うことができ、しかも、正確に電流検出を行い過電流に対する電流制限御を確実に行うことができる優れた効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

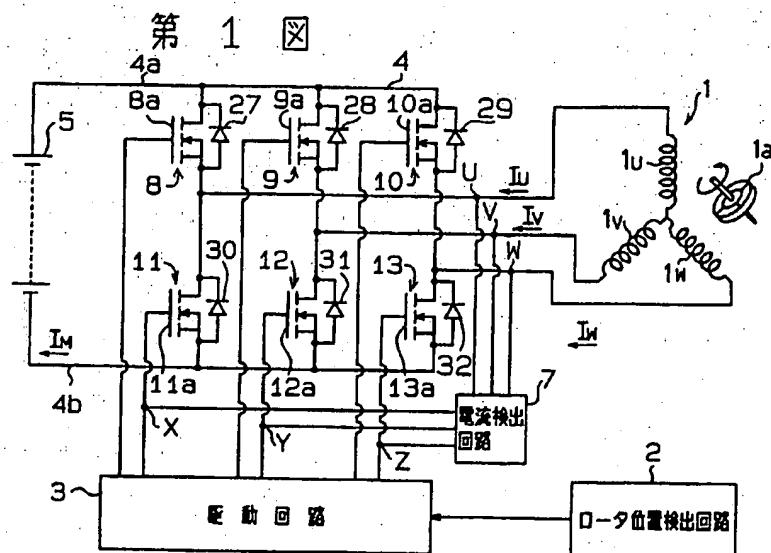
第 1 図はこの発明を具体化したモータ制御装置の一実施例を示す電気回路図、第 2 図は電流検出回路を示す電気回路図、第 3 図 (a) ~ (e) は第 1 図の動作説明図、第 4 図は逆変換回路の別例を示す電気回路図、第 5 図は従来のモータ制御装置の一実施例を示す電気回路図である。

図中、1 は同期モータとしてのブラシレスモータ、1 a はロータ、1 u, 1 v, 1 w は巻線、2 は回転位置検出手段としてのロータ位置検出回路、3 は制御手段としての駆動回路、4 は逆変換回路、8 ~ 1 3 は MOSFET、1 4 は電流検出手段を構成する抵抗、1 5 ~ 1 7 は同じく検出用ダイオード、1 8 は比較手段としての比較器、2 1 ~ 2 3 は遮断手段を構成する遮断用ダイオード、2 5 は同じくトランジスタである。

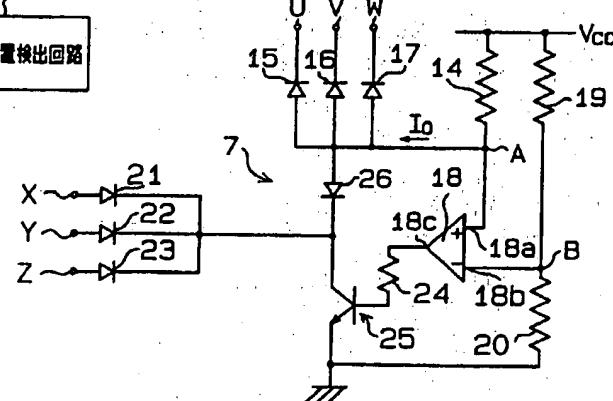
特許出願人

日本電装 株式会社

図面その1

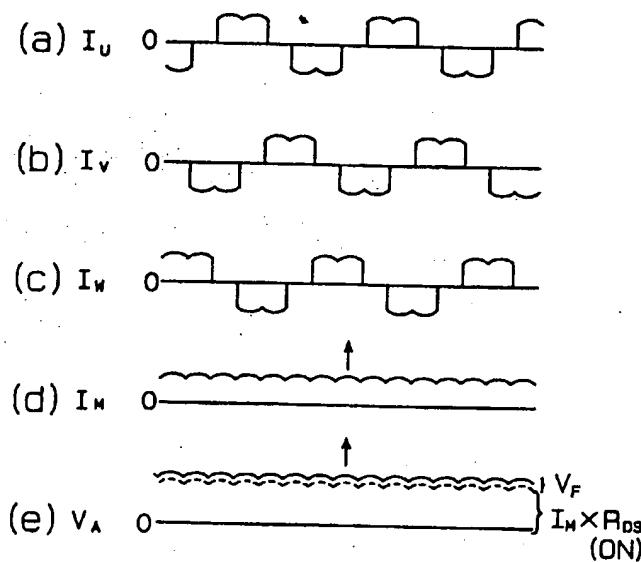


第2図

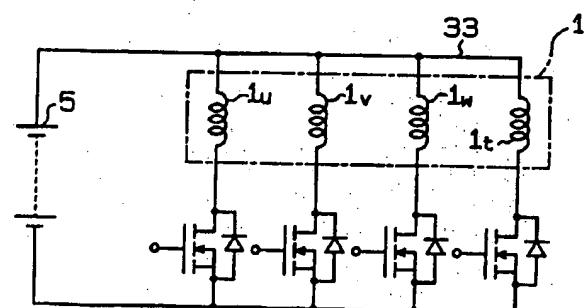


図面その2

第3図



第4図



図面その3  
後図面無し

第5図

